

FATORES PRÉ-OPERATÓRIOS ASSOCIADOS À INJÚRIA RENAL AGUDA APÓS CIRURGIA CARDÍACA: ESTUDO PROSPECTIVO

ANA CLÁUDIA KOCHI, ANTONIO SERGIO MARTINS, MARIA CRISTINA PEREIRA LIMA, LUIS CUADRADO MARTIN, ANDRÉ LUIS BALBI*

Trabalho realizado nos Departamentos de Clínica Médica, de Neurologia e Psiquiatria e de Cirurgia e Ortopedia da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, Botucatu, SP

RESUMO

OBJETIVO. Avaliar as características clínicas e as comorbidades pré-operatórias associadas ao desenvolvimento de injúria renal aguda (IRA) em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca em hospital universitário de atendimento predominantemente terciário.

MÉTODOS. Foram estudados, prospectivamente, 150 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, através de protocolo de estudo iniciado 48 horas antes da cirurgia e encerrado 48 horas após. IRA foi definida como aumento da creatinina sérica basal em 30%. Os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão ou mediana, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS. Houve leve predomínio de homens (57%), sendo a idade média da população estudada de 56 ± 14 anos. Sessenta e cinco por cento dos pacientes foram submetidos à revascularização miocárdica. IRA foi diagnosticada em 34% dos casos. Após análise multivariada, idade maior que 60 anos e doença vascular periférica associaram-se de modo significativo ao desenvolvimento de IRA.

CONCLUSÃO. IRA foi uma complicação freqüente em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP. Idade maior que 60 anos e presença de doença vascular periférica estiveram significativamente associados com o desenvolvimento desta complicação.

UNITERMOS: Insuficiência renal aguda. Injúria renal aguda. Cirurgia cardíaca. Complicações.

*Correspondência:

Departamento de Clínica Médica. Caixa Postal 584, Rubião Jr, Botucatu, SP CEP 18618-970 abalbi@fmb.unesp.br

INTRODUÇÃO

A injúria renal aguda (IRA) é complicação freqüente em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, ocorrendo em até 30% dos casos. Quadros mais severos, com necessidade dialítica, ocorrem em cerca de 1% a 5% dos pacientes e aumentam a mortalidade pós-operatória, que pode atingir 60% a 80%¹⁻⁵.

Várias condições clínicas intra e pós-operatórias associadas às cirurgias cardíacas podem facilitar o desenvolvimento de IRA, tais como a circulação extracorpórea, a síndrome do baixo débito cardíaco, as arritmias cardíacas, diferentes graus de instabilidade miocárdica e os derrames pericárdicos^{2,6-8}. Chertow et al.⁹ mostraram, em estudo multicêntrico americano, incidência de IRA dialítica em 1,1% dos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, sendo fatores de risco a redução do débito cardíaco, a insuficiência cardíaca congestiva, o infarto agudo do miocárdio peri-operatório, a ventilação mecânica prolongada, a re-intervenção cirúrgica por hemorragias, o uso de circulação extra-corpórea, as alterações neurológicas e a mediastinite. Beherend et al.¹⁰, estudando pacientes admitidos em Unidades de Cuidados Cardíacos nos Estados Unidos, mostraram incidência de IRA de 17%, sendo as principais etiologias as alterações hemodinâmicas, o uso de contrastes, a sepse, as obstruções pós-renais e os quadros multifatoriais.

A identificação de fatores de risco para o desenvolvimento de IRA é, portanto, medida preventiva eficaz na redução da mortalidade de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Poucos trabalhos, porém, analisam de modo isolado as condições clínicas pré-operatórias destes pacientes.

Este trabalho tem como objetivo identificar, de modo prospectivo, as características clínicas e as comorbidades associadas ao desenvolvimento de IRA em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca em um hospital universitário do interior do Estado de São Paulo.

MÉTODOS

Estudo prospectivo que avaliou 150 pacientes maiores de 18 anos, submetidos a revascularização miocárdica e cirurgias valvares no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, UNESP, no período de março de 2001 até novembro de 2003. Foram excluídos pacientes submetidos a cirurgias de emergência decorrentes de traumatismos, correções de aneurisma de aorta e cardiopatias congênitas e aqueles com insuficiência renal crônica estágios IV e V¹¹ ou em tratamento renal substitutivo (diálise ou transplante).

Após a internação, os pacientes receberam informações sobre as etapas do protocolo e assinaram termo de concordância em participação no estudo.

O protocolo de estudo foi o instrumento de avaliação dos pacientes, sendo iniciado 48 horas antes do procedimento cirúrgico e encerrado 48 horas após, constando de:

- a. identificação dos pacientes;
- b. diagnóstico cardiológico;
- c. tipo de cirurgia a ser realizada;
- d. características clínicas e presença de comorbidades: sintomas típicos de angina *pectoris*, tabagismo progressivo ou atual, classe de insuficiência cardíaca congestiva, hipertensão arterial¹², dislipidemia¹³, antecedente de infarto agudo do miocárdio, diabetes mellitus¹⁴, doença vascular periférica (diagnóstico clínico ou por *doppler* de membros inferiores), insuficiência renal crônica, antecedente de acidente vascular encefálico e de doença pulmonar obstrutiva crônica, cardiomegalia (demonstrada pelo RX tórax ou ecocardiograma) e fração de ejeção menor que 55% ao ecocardiograma;
- e. análise bioquímica: perfil lipídico e glicemia de jejum pré-operatório, creatinina sérica pré-operatória, 24 e 48 horas após a cirurgia.

IRA foi definida na presença de um aumento da creatinina sérica em pelo menos 30% de seu valor basal, nas primeiras 24 ou 48 horas seguintes à cirurgia, após exclusão de causas pós-renais¹⁵. Insuficiência renal crônica foi definida por dois parâmetros bioquímicos, independentes da presença de sinais e sintomas clínicos de doença renal: elevação da creatinina sérica basal acima de 1.4 mg/dL e filtração glomerular estimada¹⁶, sendo classificada como normal (= 90 mL/min), alteração leve (60 a 89 mL/min) ou moderada (30 a 59 mL/min).

Este trabalho foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local, sendo aprovado em 2 de julho de 2001.

A análise dos dados foi feita através do programa STATA 8.0 (STATACORP, 2004), sendo apresentados como média e desvio padrão ou mediana. Foram calculadas medidas de tendência central e dispersão para as variáveis numéricas e de frequência para variáveis categóricas sendo produzida uma análise descritiva da amostra. Estabeleceu-se como variável dependente a ocorrência de IRA.

A idade dos pacientes foi comparada pelo teste t de Student's, de acordo com a presença ou ausência de IRA. Valores de creatinina sérica foram comparados segundo a presença ou ausência de IRA pelo teste de Mann-Whitney.

A significância estatística da associação entre as variáveis independentes e a ocorrência de IRA foi avaliada pelo teste Qui Quadrado, sendo considerada estatisticamente significativa quando $p=0,05$.

Foram calculados riscos relativos (RR) e *Odds Ratio* (OR) brutos para cada variável que se mostrou significativa no teste do Qui Quadrado. A análise multivariada foi feita pela construção de modelo de regressão logística, com cálculos dos OR ajustados. Foram incluídas no modelo todas as variáveis independentes que mostraram associação com desfecho com $p=0,25$. Permaneceram no modelo final as variáveis que mantiveram a associação com desfecho após ajuste, com $p < 0,05$.

RESULTADOS

Houve um leve predomínio de homens (57%) na população estudada, cuja idade média foi de 56 ± 14 anos. Cinquenta e seis por cento dos pacientes apresentavam idade menor ou igual a 60 anos.

Tabela 1 - Características clínicas e presença de comorbidades identificadas na população estudada

Características clínicas e presença de comorbidades	n	%
Hipertensão arterial	90	60
Sintomas típicos de angina <i>pectoris</i>	83	55
Tabagismo	77	52
Insuficiência cardíaca congestiva:		
• ausente	77	51
• classe I	52	35
• classes II / III	21	14
Cardiomegalia ao RX tórax	62	41
Dislipidemia	55	37
Antecedente de infarto agudo do miocárdio	48	32
Diabetes melitus	31	21
Fração ejeção < 55% ao ecocardiograma	22	15
Cirurgia cardíaca prévia	14	9
Doença vascular periférica	9	6
Acidente vascular encefálico prévio	8	6
Creatinina basal > 1,4 mg/dL	9	6
Insuficiência renal crônica*:		
• ausente	56	41
• leve	53	35
• moderada	37	24
Doença pulmonar obstrutiva crônica	3	2

OBS: Nota-se que os percentuais não totalizam 100% pela possibilidade de cada paciente possuir mais que uma comorbidade.

* depuração plasmática estimada da creatinina sérica. Ausente (> 90 mL/min); leve (60-90 mL/min); moderada (30-59 mL/min). Não há valor calculado para 4 pacientes.

Insuficiência coronariana foi o principal diagnóstico cardiológico em 66% dos casos e valvulopatias em 34%. A mediana da creatinina sérica no período pré-operatório foi de 1,1 mg/dL. IRA foi diagnosticada em 51 pacientes (34%). Quanto ao tipo de cirurgia, 65% dos pacientes foram submetidos a revascularização miocárdica, enquanto 35% a cirurgias valvares.

As principais comorbidades e características clínicas estão expressas na Tabela 1. Hipertensão arterial sistêmica (60%), sintomas típicos de angina *pectoris* (55%), tabagismo (52%) e insuficiência cardíaca congestiva (classe I em 35% e classes II e III em 14% dos casos) foram as mais frequentes, acompanhadas por cardiomegalia ao RX de tórax (41%), dislipidemia (37%), antecedente de infarto agudo do miocárdio (32%) e diabetes mellitus (21%). Insuficiência renal crônica esteve presente em apenas 6% dos pacientes estudados, segundo o critério do valor da creatinina sérica e em 59% segundo a filtração glomerular estimada (leve em 35% e moderada em 24%).

A Tabela 2 mostra as características clínicas e as comorbidades de acordo com a presença ou ausência de IRA. Não houve diferença estatística na incidência de IRA segundo as características clínicas da população estudada. Em relação às comorbidades, 78% dos pacientes com doença vascular periférica desenvolveram IRA, contrastando com 31% que apresentaram IRA sem esta patologia ($p=0,005$). Nenhuma outra comorbidade esteve associada, estatisticamente, com o desenvolvimento de IRA após cirurgia cardíaca.

A Figura 1 mostra as medianas de creatinina sérica em três momentos diferentes (M0= pré-operatório, M1= 24 horas após cirurgia e M2= 48 horas após cirurgia) nos pacientes que evoluíram com ausência ou presença de IRA. Pacientes que evoluíram com função renal normal apresentaram mediana de creatinina sérica semelhante em M0 e M1, sendo M2 inferior aos demais momentos (p= 0,01), enquanto pacientes que evoluíram com IRA apresentaram mediana de creatinina sérica em M0 menor que M1 e M2 (p< 0,001) e semelhante entre M1 e M2.

A Tabela 3 mostra o modelo final da regressão logística para as características clínicas e as comorbidades associadas ao desenvolvimento de IRA. Nota-se que, com o ajuste, idade maior que 60 anos, além de doença vascular periférica, associaram-se, de modo significativo, com o desenvolvimento de IRA.

DISCUSSÃO

Este trabalho estudou, de modo prospectivo, as características clínicas e as comorbidades associadas ao desenvolvimento de IRA em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP.

Nos últimos anos, inúmeros trabalhos estudaram a relação entre cirurgia cardíaca e a ocorrência de IRA^{5,9,17-23}. Embora os mecanismos envolvidos nessa condição clínica sejam pouco compreendidos, provavelmente a injúria isquêmica renal, resultante da perfusão inadequada, é o principal fator, tendo como fatores contributivos a ação de exotoxinas (antibióticos, agentes anestésicos, contrastes, diuréticos) e endotoxinas, tais como a mioglobina e outras. Chertow et al.⁹ propuseram que a IRA após cirurgia cardíaca esteja associada com dois principais fatores: isquemia renal oculta (secundária a função cardíaca reduzida, doença aterosclerótica de artéria renal e isquemia prolongada) e redução da reserva renal.

Uma consideração central na análise da IRA após cirurgia cardíaca é sua definição. Vários autores utilizam o termo “disfunção renal” para IRA não-dialítica, definindo-a na presença de aumento de creatinina sérica de 25% a 50% de seu valor pré-operatório e o termo “insuficiência renal” para pacientes com IRA dialítica^{2,3,9,10,24,25}. Recentemente, vários trabalhos apresentam resultados utilizando a classificação RIFLE para diagnóstico de disfunção renal aguda após cirurgia cardíaca^{26,27}. Neste trabalho, IRA foi definida na presença de um aumento da creatinina sérica basal superior a 30% no primeiro ou segundo dia pós-operatório, ocorrendo em 34% dos pacientes, pouco superior ao mostrado na literatura^{2,3,9,10,22,28-30}. Abel et al.³¹ encontraram incidência de 20% de azotemia leve, 7% IRA moderada ou severa e 3% IRA dialítica em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, sendo que idade avançada e disfunção renal prévia estiveram, dentre outros fatores, associados ao desenvolvimento de IRA. Conlon et al.² estudaram a incidência e os principais fatores de risco para o desenvolvimento de IRA em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca nos EUA durante dois anos. Aumento de idade, disfunção renal prévia, presença de sopro carotídeo e de diabetes mellitus e redução da fração de ejeção foram fatores pré-operatórios independentes associados com IRA, cuja incidência foi de 8% quando considerada IRA não- dialítica e de 0,7% para IRA dialítica. Mangano et al.³ estudaram pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, com incidência de IRA dialítica de 1,4% e não dialítica de

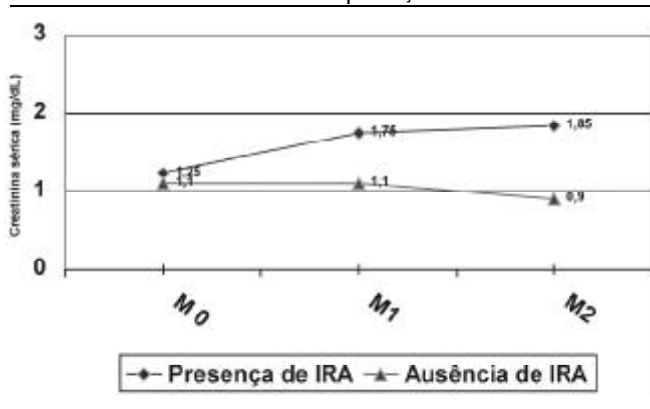
Tabela 2 - Características clínicas e presença de comorbidades da população estudada, de acordo com a presença ou ausência de IRA

	Com IRA (n= 51)	Sem IRA (n= 99)	p
Sexo masculino	39	61	0,13
Idade (anos)	55 ± 14	58 ± 14	0,59
Idade > 60 anos	41	59	0,09
Diagnóstico cardiológico:			
• Insuficiência coronariana	36	64	
• Valvulopatia	30	70	0,43
Cirurgia cardíaca prévia	38	34	0,73
Fração ejeção < 55% ao ecocardiograma	56	35	0,078
Sintomas típicos de angina pectoris	36	32	0,52
Insuficiência cardíaca congestiva:			
• ausente	27	73	
• classe I	39	61	0,14
• classes II / III	48	52	
Cardiomegalia ao RX tórax	41	30	0,15
Hipertensão arterial	33	36	0,77
Dislipidemia	38	32	0,43
Diabetes mellitus	35	34	0,86
Doença vascular periférica	78	31	0,005
Acidente vascular encefálico prévio	50	33	0,33
Creatinina sérica > 1,4 mg/dL	22	35	0,43
Insuficiência renal crônica*			
• ausente	37	62	
• leve	26	74	0,26
• moderada	43	57	
Doença pulmonar obstrutiva crônica	33	34	0,97
Infarto agudo do miocárdio prévio	42	30	0,16
Tabagismo	36	32	0,57

Valores expressos em % (exceto idade)

* Depuração plasmática estimada da creatinina sérica. Ausente (> 90 ml/min); leve (60-90 ml/min); moderada (30-59 ml/min).

Figura 1 - Mediana da creatinina sérica pré-operatória (M0) e 24 (M1) e 48 horas (M2) após cirurgia da amostra estudada, de acordo com a ausência ou presença de IRA



Ausência de IRA: M0= M1; M0> M2; M1> M2 (p= 0,012)

Presença de IRA: M0< M1; M0< M2; M1= M2) (p< 0,001)

Tabela 3 - Riscos relativos (RR), Odds Ratio (OR) brutas e ajustadas pela regressão logística para o desenvolvimento de IRA

Características clínicas e comorbidades	RR (IC)	OR bruta (IC)	OR ajustada (IC)	p
Sexo masculino	-	1,6 (0,8-3,3)	-	0,08
Idade > 60 anos	1,7 (1,1-2,6)	1,7 (0,8- 3,4)	2,1 (1,0-4,4)	0,05
Cardiomegalia ao RX tórax	-	1,6 (0,8-3,2)	-	0,2
Infarto agudo miocárdio prévio	-	1,7 (0,8-3,5)	-	0,15
Ejeção < 55% ao Ecocardiograma	-	2,3 (0,9-5,9)	-	0,14
Insuficiência cardíaca Congestiva (classes I,II ou III)	-	1,6 (1,0-2,5)	-	0,39
Doença vascular periférica	2,2 (1,5-3,5)	7,6 (1,4-40,3)	5,7 (1,1-29,3)	0,02

7,7%. Após análise multivariada, os fatores de risco pré-operatórios envolvidos com o desenvolvimento de IRA foram insuficiência cardíaca congestiva, idade igual ou superior a 80 anos, disfunção ventricular moderada, elevação da creatinina sérica pré-operatória, alteração de glicemia de jejum, revascularização miocárdica prévia e história de diabetes mellitus tipo I. Chertow et al.⁹, em estudo multicêntrico prospectivo, mostraram incidência de IRA dialítica de 1,1%, sendo os principais fatores de risco pré-operatórios a cirurgia valvar, insuficiência renal prévia (avaliada pela depuração plasmática renal estimada de creatinina sérica), antecedente de cirurgia cardíaca, insuficiência cardíaca classe IV, doença vascular periférica, fração de ejeção < 35%, doença pulmonar obstrutiva crônica e pressão arterial sistólica.

A idade é fator de risco frequentemente estudado, ainda sem consenso. Enquanto Chertow et al.⁹ mostraram relação evidente entre aumento de idade e incidência de IRA dialítica, Noortgate et al.²⁵ não encontraram diferença em pacientes com idade maior ou igual a 70 anos, quando comparados com aqueles menores de 70 anos, em estudo retrospectivo. O presente trabalho mostrou que nos pacientes maiores de 60 anos a incidência de IRA foi maior, embora as médias de idade entre aqueles que desenvolveram e que não desenvolveram esta complicação tenha sido semelhante.

Alguns trabalhos têm identificado o sexo feminino como fator de risco para IRA após cirurgia cardíaca. Neste trabalho foi o sexo masculino que, após análise multivariada, apresentou tendência estatística de maior associação com IRA. Thakar et al.³² mostraram que o sexo feminino foi um fator de risco independente para a ocorrência de IRA, tanto dialítica quanto não-dialítica após cirurgia cardíaca. Outros autores^{3,5,9} não encontraram diferença na incidência da IRA entre homens e mulheres. De um modo geral, estudos epidemiológicos associam maior incidência de IRA ao sexo masculino³³. Novos estudos devem ser realizados para confirmar a influência do sexo no desenvolvimento de IRA após cirurgia cardíaca.

Em relação à função renal pré-operatória, diversos autores mostraram que a disfunção renal crônica prévia é importante fator de risco para agudização no pós-operatório de cirurgia cardíaca^{9,32}, o que também ocorreu com os dados deste trabalho, na qual a elevação da mediana da creatinina sérica pré-operatória esteve associada com maior desenvolvimento de IRA, sugerindo que o valor aumentado da creatinina, obtido imediatamente antes do ato cirúrgico, possa ser

indicativo da ocorrência de IRA. Entretanto, não houve associação entre ocorrência de IRA e filtração glomerular basal diminuída. Brown et al.³⁴ mostraram que pacientes que apresentam maior elevação da creatinina no pós-operatório de cirurgia cardíaca apresentam maior mortalidade enquanto Chertow et al.⁹ demonstraram relação direta entre a filtração glomerular estimada pré-cirúrgica e IRA dialítica em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, o mesmo ocorrendo em estudo recente de Noyez et al.³⁵. Estes dados podem confirmar a hipótese levantada anteriormente de que a ocorrência da IRA após cirurgia cardíaca esteja associada com a redução da reserva renal funcional.

No presente trabalho, doença vascular periférica foi fator de risco pré-operatório associado ao desenvolvimento de IRA, o que também foi encontrado recentemente por Stallwood et al.³⁶, o mesmo ocorrendo em relação à revascularização miocárdica prévia e angina *pectoris*, indicando que a “condição aterosclerótica” destes pacientes possa predispor à piora aguda da função renal após procedimento cirúrgico.

Cirurgias valvares, segundo vários trabalhos, estão associadas ao maior desenvolvimento de IRA, quando comparadas àquelas de revascularização miocárdica, o que não foi mostrado no presente estudo. Tuttle et al.²⁴ mostraram que pacientes submetidos a cirurgias valvares apresentaram risco 2,5 vezes maior de desenvolvimento de IRA quando comparados com aqueles submetidos a outros tipos de cirurgia. Segundo esses autores, talvez a maior ocorrência de IRA esteja associada à presença de microtrombos liberados para o tecido renal durante a cirurgia valvar. O pequeno tamanho da amostra, no presente estudo, não possibilitou melhor avaliação deste fator de risco.

A associação entre marcadores de comprometimento de perfusão renal e disfunção renal aguda tem sido avaliada por diversos autores nas últimas duas décadas^{3,9,18,20,31,37,38}. Neste trabalho, nota-se a associação entre graus mais avançados de insuficiência cardíaca congestiva e desenvolvimento de IRA após cirurgia cardíaca, embora os valores não sejam diferentes do ponto de vista estatístico.

CONCLUSÃO

Este trabalho mostra, de modo prospectivo e após análise multivariada, que idade maior que 60 anos e presença de doença vascular periférica associaram-se, de modo significativo, ao

desenvolvimento de IRA em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP. Conhecer estes fatores possibilita condutas simples, porém importantes, para evitar a disfunção renal aguda nestas situações, tais como utilização mais criteriosa de drogas potencialmente nefrotóxicas e realização de procedimentos cirúrgicos menos agressivos, o que pode contribuir para evolução mais satisfatória do paciente no período pós-operatório, reduzindo, inclusive, as taxas de mortalidade.

Conflito de interesse: não há

SUMMARY

PREOPERATIVE FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF ACUTE KIDNEY INJURY AFTER CARDIAC SURGERY: PROSPECTIVE STUDY

OBJECTIVES. To evaluate the clinical characteristics and co-morbidities associated with development of Acute kidney injury (AKI) after cardiac surgery in patients of a predominantly tertiary care university hospital.

METHODS. One hundred and fifty cardiac surgery patients were prospectively studied at the Botucatu School of Medicine University Hospital – UNESP, using a protocol which started 48h before and finished 48h after surgery. AKI was defined as a 30% increase in baseline serum creatinine.

RESULTS. Were expressed as mean \pm standard deviation or median, with a significance level of 5%. Results: There was a slight male predominance (57%); mean age of the studied population was 56 ± 14 years. Sixty-five per cent of patients underwent myocardial revascularization. AKI was diagnosed in 34% of cases. Multivariate analysis showed that age over 60 years and peripheral vascular disease were significantly associated with AKI development.

CONCLUSION. AKI was a common complication in cardiac surgery patients at this hospital. AKI was associated with age over 60 years and presence of peripheral vascular disease. [Rev Assoc Med Bras 2008; 54(3): 208-13]

KEY WORDS: Acute kidney injury. Acute renal failure. Cardiac surgery. Complications.

REFERÊNCIAS

- Chertow GM, Levy EM, Hammermeister KE, Grover F, Daley J. Independent association between Acute Renal Failure and mortality following cardiac surgery. *Am J Med.* 1998;104:343-8.
- Conlon PJ, Stafford-Smith M, White WD, Newman MF, King S, Winn MP, et al. Acute renal failure following cardiac surgery. *Nephrol Dial Transplant.* 1999;14:1158-62.
- Mangano CM, Diamondstone LS, Ramsay JG, Aggarwal A, Herskowitz A, Mangano DT. Renal dysfunction after myocardial revascularization: Risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization. *Ann Intern Med.* 1998;128:194-203.
- Ostermann ME, Taube D, Morgan CJ, Evans TW. Acute renal failure following cardiopulmonary bypass: a changing picture. *Intensive Care Med.* 2000;26:565-71.
- Fortescue EB, Bates DW, Chertow GM. Predicting acute renal failure after coronary bypass surgery: cross-validation of two risk-stratification algorithms. *Kidney Int.* 2000;57:2594-602.
- Juca FG, Moreira LFP, Carmona MJC. Uso do balão intra-aórtico no choque cardiogênico no pós-operatório de cirurgia cardíaca: análise prospectiva durante 22 meses. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1998;13:351-3.
- Ofori-Kraky SK, Tyberg TI, Geba AS, Hammond GL, Cohen LS, Langou RA. Late cardiac tamponade after open heart surgery: incidence, role of anticoagulants in its pathogenesis and its relationship to the postpericardiotomy syndrome. *Circulation.* 1981;63:1323.
- Weitzmann LB, Tinker WP, Kronzon I, Cohen ML, Gassman E, Spencer FC. The incidence and natural history of pericardial effusion after cardiac surgery: an echocardiographic study. *Circulation.* 1983;69:506-10.
- Chertow GM, Lazarus JM, Christiansen CL, Cook EF, Hammermeister KE, Grover F, et al. Preoperative renal risk stratification. *Circulation.* 1997;95:878-84.
- Behrend T, Miller SB. Acute renal failure in the cardiac care unit: etiologies, outcomes and prognostic factors. *Kidney Int.* 1999;56:238-43.
- NFK-DOQI Clinical Practice Guideline for Hemodialysis Adequacy. National Kidney Foundation. *Am J Kidney Dis.* 1997; 30(Suppl):15-66.
- IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Cardiologia e Sociedade Brasileira de Nefrologia. São Paulo; 2002.
- III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. São Paulo; 2001
- Consenso sobre Diabetes Mellitus. Diagnóstico e classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito tipo 2. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes; 2002.
- Balbi AL, Gabriel DP, Barsante RC, Caramori JT, Martin LC, Barreti P. Mortalidade e prognóstico específico em pacientes com insuficiência renal aguda. *Rev Assoc Med Bras.* 2005;51:318-22.
- Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron.* 1976;16:31-41.
- Yeboah ED, Petrie A, Peak JL. Acute renal failure and open heart surgery. *Br Med J.* 1972;1:415-8.
- Bhat JG, Gluck MC, Lowenstein J, Baldwin DS. Renal failure after open heart surgery. *Ann Intern Med.* 1976;84:677-82.
- McLeish KR, Luft FC, Kleit SA. Factors affecting prognosis in acute renal failure following cardiac operations. *Surg Gynecol Obstet.* 1977;145:28-32.
- Hilberman M, Myers BD, Carrie BJ, Derby G, Jamison RL, Stinson E. Acute renal failure following cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1979;77:880-8.
- Gailunas P Jr, Chawla R, Lazarus JM, Cohn L, Sandres J, Merrill JP. Acute renal failure following cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;79:241-3.
- Lange HW, Aeppli DM, Brown DC. Survival of patients with acute renal failure requiring dialysis after open heart surgery: early prognostic indicators. *Am Heart J.* 1987;113:1138-43.
- Eriksen BO, Hoff KRS, Solberg S. Prediction of acute renal failure after cardiac surgery: Retrospective cross-validation of a clinical algorithm. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18:77-81.
- Tuttle KR, Worrall NK, Dahlstrom LR, Nandagopal R, Kausz AT, Davis C. Predictors of ARF after cardiac surgical procedures. *Am J Kidney Dis.* 2003;41:76-83.
- Noortgate NV, Mouton V, Lamot C, Nooten GV, Dhondt A, Vanholder R et al. Outcome in a post-cardiac surgery population with acute renal failure requiring dialysis: does age make a difference? *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18:732-6.
- Heringlake M, Knappe M, Hein OV, Lufft H, Kindgen-Milles D, Böttiger BW, et al. Renal dysfunction according to the ADQI-RIFLE system and clinical practice patterns after cardiac surgery in Germany. *Minerva Anesthesiol.* 2006;72:645-54.
- Kuitunen A, Vento A, Suojaranta-Ylinen R, Pettilä V. Acute renal failure after cardiac surgery: evaluation of the RIFLE classification. *Ann Thorac Surg.* 2006;81:542-6.
- Corwin HL, Sprague SM, DeLaria GA, Norosis MJ. Acute renal failure associated with cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1989;98:1101-12.
- Frost L, Pedersen RS, Lund O, Hansen OK, Hansen HE. Prognosis and risk factors in acute, dialysis-requiring renal failure after open-heart surgery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;25:161-6.

30. Anderson LG, Ekroth R, Bratteby LE, Hallhagen S, Wesslen O. Acute renal failure after coronary surgery: a study of incidence and risk factors in 2009 consecutive patients. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;41:237-41.
31. Abel RM, Buckley MJ, Austen WG. Etiology, incidence, and prognosis of renal failure following cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1976;71:323-33
32. Thakar CV, Liangos O, Yared J-P, Nelson D, Piedmonte MR, Hariachar S, et al. ARF after open-heart surgery: Influence of gender and race. *Am J Kidney Dis.* 2003;41:742-51.
33. Liño F, Pascual J. Epidemiology of acute renal failure: A prospective, multicenter, community-based study. Madrid Acute Renal Failure Study Group. *Kidney Int.* 1996;50:811-8
34. Brown JR, Cochran RP, Dacey LJ, Ross CS, Kunzelman KS, Dunton RF et al. Perioperative increases in serum creatinine are predictive of increased 90-day mortality after coronary artery bypass graft surgery. *Circulation.* 2006;114(Suppl 1):409-13.
35. Noyez L, Plesiewicz I, Verheugt FWA. Estimated creatinine clearance instead of plasma creatinine level as prognostic test for postoperative renal function in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothoracic Surg.* 2006;29:461-5.
36. Stallwood MI, Grayson AD, Mills K, Scawn ND. Acute renal failure in coronary artery bypass surgery: independent effect of cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:968-72.
37. Slogoff S, Reul GJ, Keats AS, Curry GR, Crum ME, Elmquist BA et al. Role of perfusion pressure and flow in major organ dysfunction after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 1990;50:11-8.
38. Zanardo G, Michielon P, Paccagnella A, Rosi P, Calo M, Salandin V, et al. Acute renal failure in the patient undergoing cardiac operation. Prevalence, mortality rate, and main risk factors. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1994;107:1489-95.

Artigo recebido: 13/07/06

Aceito para publicação: 18/02/08
